

ANALISIS BAKTERI FECAL STREPTOCOCCUS DI PERAIRAN PANTAI SELAT RUPAT, PROVINSI RIAU

Analysis of Fecal Streptococci Bacteria in Coastal Water of The Strait of Rupert, Riau Province.

Oleh:

Dessy Yoswaty✉

Staf pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
Kampus Bina Widya, Km. 12,5 Simp. Panam, Pekanbaru (28293)

✉dyoswaty@yahoo.co

ABSTRACT

The higher activity of the community in coastal waters, together with the higher the level of pollution from domestic sewage and industrial waste, impacts on the quality of marine waters. Domestic waste pollution (mainly the result of human excretion), can increase the number of microorganisms. fecal Streptococci bacteria can be used as an indicator of - marine pollution. Toxin content of fecal Streptococci bacteria, if it is in the human digestive tract, can cause diarrhea, nausea and abdominal pain. The study aims to analyze the distribution of fecal Streptococci bacteria in coastal waters of the Strait of Rupert. The research was conducted from March-April 2012 in P. Mentele, P. Rampang, P. Payung, P. Baru and P. Mampu, using the survey method. Fecal Streptococci bacteria was analyzed at the Laboratory of Marine Microbiology Faperika, Riau University. Total test of fecal Streptococci bacteria on KF Streptococci medium and identification of isolates was determined by biochemical tests (Cappuccino & Sherman, 2001). The analysis showed that total of - fecal Streptococci bacteria 1.5×10^2 to 5.2×10^5 cells/gram sample, colonies of bacteria growing red. Total of fecal Streptococci bacteria is highest in P. Mentele, while the lowest in P. Baru. The results of water quality in the Strait of Rupert was still below those of the standard threshold. Overall, the content of Fecal Streptococci bacteria is low, not categorized as polluted waters

Key words: Fecal streptococci, indicators of marine pollution, Strait of Rupert.

ABSTRACT

Makin tinggi aktivitas masyarakat di sekitar perairan pantai, maka makin tinggi tingkat pencemaran yang berasal dari limbah domestik dan limbah industri, berdampak pada penurunan kualitas perairan laut. Pencemaran limbah domestik (terutama hasil ekskresi manusia), diduga dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme. *Fecal Streptococcus* dapat digunakan sebagai indikator pencemaran laut. Kandungan toksin dari *Fecal Streptococcus*, jika berada dalam saluran pencernaan manusia dapat menyebabkan diare, mual dan sakit perut. Penelitian bertujuan untuk menganalisis sebaran fecal Streptococcus di perairan pantai Selat Rupert. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran keberadaan *Fecal Streptococcus*. Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret-April 2012 di Pulau Mentele, P. Rampang, P. Payung, P. Baru dan P. Mampu, dengan menggunakan metode survei. Analisis *Fecal Streptococcus* dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Faperika Universitas Riau. Uji total *Fecal Streptococcus* pada KF *Streptococcus* Agar dan identifikasi isolat dengan uji biokimia (Cappuccino & Sherman, 2001). Hasil analisis menunjukkan bahwa total *Fecal Streptococcus* $1,5 \times 10^2 - 5,2 \times 10^5$ sel/gram sampel, koloni bakteri yang tumbuh berwarna merah. Total *Fecal Streptococcus* tertinggi yaitu di P. Mentele, yang terendah di P. Baru. Hasil pengukuran kualitas perairan di Selat Rupert masih di bawah ambang batas. Secara keseluruhan, kandungan *Fecal Streptococcus* rendah, perairan dikategorikan belum tercemar.

Kata Kunci: *Fecal Streptococcus*, indikator pencemaran laut, Selat Rupert.

I. PENDAHULUAN

Selat Rupat merupakan salah satu kawasan perairan di Provinsi Riau yang memiliki posisi cukup strategis karena dilalui oleh jalur perkapalan internasional menuju Selat Melaka dan berada dalam kawasan segitiga pertumbuhan yang terdiri atas Indonesia-Malaysia-Singapura dan Indonesia-Malaysia-Thailand. Potensi alam di sekitar Selat Rupat memiliki hutan rawa gambut, pantai dan pulau-pulau kecil serta mengandung kekayaan sumberdaya alam yang beranekaragam seperti ekosistem hutan mangrove (flora dan fauna mangrove seperti berbagai jenis pohon bakau, ikan, udang dan kepiting). Kusmana *et al.* (2003) menyatakan bahwa ekosistem hutan mangrove yaitu suatu sistem yang terdiri atas berbagai organisme (seperti tumbuhan dan hewan), berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya dalam habitat mangrove.

Pengelolaan lingkungan yang tidak sempurna dan proses pembuangan limbah yang kurang baik dapat menimbulkan terjadinya pencemaran di perairan laut yang menampung limbah tersebut. Manjusha (2014) menyatakan bahwa pencemaran dapat disebabkan oleh pembuangan limbah yang sembarangan, limbah industri dan aktivitas manusia, yang dapat mempengaruhi aspek fisika kimia dan kualitas mikrobiologis.

Pemantauan kualitas perairan di perairan pantai Selat Rupat untuk mewujudkan pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan dapat dilakukan secara bakteriologis, termasuk melindungi lingkungan perairan pantai dan produksi hasil perikanan yang menimbulkan penyakit terhadap manusia. Bakteri dapat berperan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas perairan laut yang belum tercemar atau sudah tercemar oleh limbah domestik dan industri. Magos (1990) menyatakan bahwa laut mengandung sejumlah virus, bakteri dan fungi yang sebagian bersifat pathogen terhadap manusia. Menurut Feliatra (2000), tempat pariwisata memerlukan pemantauan kualitas lingkungan secara bakteriologis, terutama untuk memelihara produksi perikanan dan wisatawan tidak ragu untuk memakan hasil laut daerah tersebut.

Bakteri yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran suatu perairan antara lain *Coliform*, *Fecal Coliform*, *Salmonella* dan *Fecal Streptococcus* (Wolff dalam Feliatra, 2002). Bakteri *F. Streptococcus* dapat dijumpai pada perairan yang telah terkontaminasi oleh kotoran hewan berdarah panas, manusia atau perairan yang tercemar oleh bahan organik.

Fardiaz (1992a) menyatakan bahwa *f. streptococcus* merupakan salah satu bak-

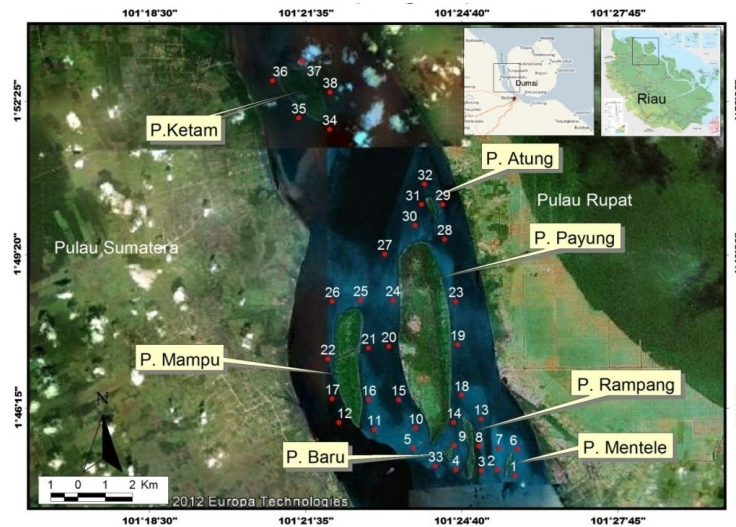
-teri Gram positif; berbentuk bulat, kokus atau bulat memanjang (*kokobasili*), sel bakteri berbentuk tunggal atau membentuk rantai panjang; dan tumbuh pada suhu 45°C. Bakteri *F. streptococcus* antara lain *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. durans*, *S. bovis* dan *S. equinus*. Maier *et al* (2000) menyatakan bahwa *F. streptococcus* terdiri atas genus *Enterococcus* (seperti *E. avium*, *E. faecium*, *E. durans*, *E. faecalis*, *E. gallinarum*) dan *Streptococcus* (seperti *S. bovis*, *S. equines*). Bakteri *F. streptococcus* dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam, gas dan bersifat enteropatogenik.

Pencemaran limbah domestik (*sewage*), aktivitas antropogenik dan pembangunan yang pesat di sepanjang perairan pantai Selat Rupat diduga dapat meningkatkan jumlah bakteri *F. streptococcus*. Pemantauan kualitas perairan laut, sejauhmana pencemaran limbah domestik telah meningkatkan jumlah bakteri *Fekal Streptococcus* yaitu dengan menganalisis sebaran bakteri *F. streptococcus* di sekitar perairan pantai Selat Rupat.

Data yang berkaitan tentang sebaran bakteri *F. streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat masih kurang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi sebaran bakteri *F. streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat untuk mewujudkan pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran keberadaan bakteri *F. streptococcus* sebagai bioindikator pencemaran. Informasi yang berguna bagi pemantauan kualitas bakteriologis di perairan pantai Selat Rupat sehingga dapat menjamin kelestarian lingkungan perairan laut dan kesehatan masyarakat lokal atau wisatawan.

II. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2012 di perairan Selat Rupat yaitu Pulau Mentale (I-1, II-2, III-6), P. Rampang (I-3, II-8, III-13), P. Payung (I-10, II-20, III-23), P. Mampu (I-12, II-21, III-22) dan P. Baru (I-4, II-9, III-33), Lokasi perairan ini dipilih karena keunikan perairan pantai Selat rupat yang dapat dikembangkan untuk pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di perairan pantai Selat Rupert.

Bahan yang digunakan sampel air laut, media *KF Streptococcus* agar dan identifikasi isolat (pewarnaan Gram, bentuk, uji motilitas, katalase, uji anaerobik, uji Thioglycolate broth, warna koloni dan oksidase). Peralatan lain yang digunakan seperti kamera digital, GPS, alat pengukuran kualitas perairan laut (suhu, pH, kecerahan, kecepatan arus, salinitas, nitrat, fosfat), niskin bottle sampler, botol sampel steril, kontainer, inkubator, autoklaf, cawan petri, jarum ose, gelas ukur, kertas filter dan alat tulis.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei. Data primer dapat diperoleh melalui pengamatan langsung di perairan pantai Selat Rupert yaitu terhadap sebaran bakteri *Fecal Streptococcus*. Data sekunder diperoleh melalui berbagai sumber seperti buku, artikel di beberapa jurnal, koran atau majalah, internet, hasil laporan tahunan dan instansi terkait.

Data yang diperoleh, ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dengan dianalisis secara deskriptif. Data analisis total bakteri *Fecal Streptococcus* berdasarkan West (1989) dan Fardiaz (1992b). Data dianalisis menggunakan program SPSS for Window version 15 (*Statistical Package Social Science*). Data yang telah dianalisis dibuat dalam bentuk tabel, grafik dan diagram.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis bakteri *F. Streptococcus*. Bakteri *F. Streptococcus* berperan sebagai bioindikator untuk menentukan kualitas perairan pantai Selat Rupert yaitu apakah perairan belum tercemar atau sudah tercemar. Bakteri ini juga dapat digunakan untuk

mendeteksi enteropathogen di perairan yang tercemar limbah domestik (*sewage*). Meningkatnya pencemaran limbah domestik, dapat meningkatkan jumlah bakteri pathogen di perairan pantai Selat Rupat. Hasil analisis mikroorganisme sebagai bioindikator pencemaran di perairan pantai Selat Rupat yaitu bakteri *F. Streptococcus* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat.

Pulau	Stasiun (sel/ml)		
	I	II	III
Mentela	$3,4 \times 10^4$	$3,9 \times 10^3$	$5,2 \times 10^5$
Rampang	$2,4 \times 10^5$	$2,2 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
Payung	$2,1 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$	$4,6 \times 10^5$
Mampu	$3,5 \times 10^4$	$5,4 \times 10^4$	$7,8 \times 10^3$
Baru	$4,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$6,2 \times 10^4$

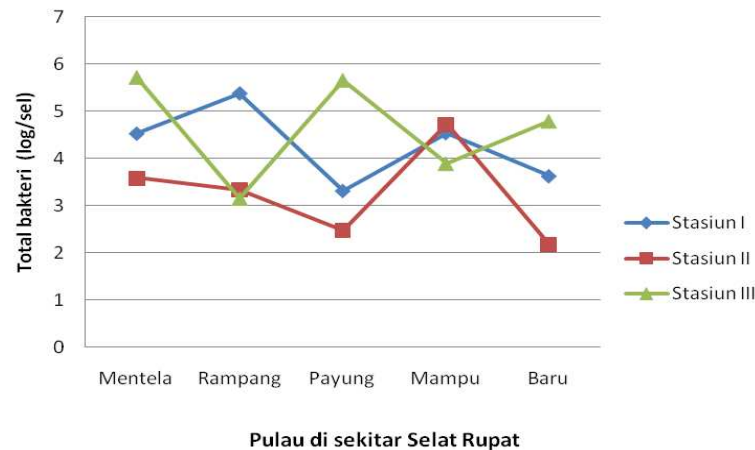
Sumber: Data primer

Hasil pengamatan total bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat seperti pada Tabel 1, berkisar antara $1,5 \times 10^2 - 5,2 \times 10^5$ sel/ml sampel air laut. Total bakteri *F. Streptococcus* yang tertinggi terdapat di P. Mentele dan yang terendah di P. Baru. Sebaran bakteri *F. Streptococcus* yang tinggi di Pulau Mentele, diduga disebabkan letaknya yang dekat lokasi pemukiman penduduk di sekitar Pulau Rupat. Pengaruh limbah domestik dan kotoran manusia yang masuk ke perairan Pulau Mentele, dapat memicu pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus* yang lebih meningkat. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sebaran bakteri *F. Streptococcus* di semua stasiun penelitian masih dibawah ambang batas, dimana perairan pantai Selat Rupat dapat dikategorikan belum tercemar.

Menurut Fardiaz (1992b), batas minimal suatu mikroorganisme yang menyebabkan penyakit antara lain *Salmonella sp* 10^5 sel, *E.coli* 10^6 sel, *F. Streptococcus* 10^6 sel dan *Clostridium perfringens* 10^6 sel. Skanavis & Yanko (2001) dan CEA (1992) menyatakan bahwa *F. Streptococcus* telah direkomendasikan untuk pemantauan air, sedimen dan jaringan karena keberadaannya dalam limbah dengan konsentrasi 10^3 - 10^4 per 100 ml.

Bakteri *F. Streptococcus* dalam keadaan normal hidup pada saluran pencernaan manusia atau hewan berdarah panas, dan dikeluarkan ke perairan dalam bentuk kotoran. Bakteri *F. Streptococcus* dapat menghasilkan toksin dan bersifat patogen seperti penyakit diare, disentri dan gastroenteritis.

Kuswandi (2001) menyatakan bahwa bakteri fecal masuk ke perairan melalui aliran sungai serta limpasan air hujan sehingga kelimpahan bakteri akan semakin tinggi pada saat hujan. Manjusha *et al.* (2014) menyatakan bahwa keberadaan *F. Streptococcus* menunjukkan keberadaan bakteri pathogen di perairan. Hasil rata-rata total bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata total bakteri *F. Streptococcus* di perairan Selat Rupat (Log x).

Aktivitas masyarakat lokal di sekitar perairan pantai Selat Rupat belum berdampak terhadap kualitas perairan laut sehingga keberadaan bakteri *F. Streptococcus* masih dibawah ambang batas pencemaran laut. Apabila sebaran bakteri *F. Streptococcus* sampai melebihi ambang batas pertumbuhannya, maka dapat dikategorikan perairan tersebut telah mengalami pencemaran. Bakteri *F. Streptococcus* berperan sebagai bioindikator pencemaran laut yaitu jika keberadaan bakteri tersebut melebihi ambang batas, maka perairan tersebut harus dilakukan pengelolaan dengan baik dan menjaga keamanan hasil perikanan laut. Hazen (1988) menyatakan bahwa *C. perfringens*, *Coliform*, *fecal Coliform*, *F. Streptococcus* dan *Enterococci* sering digunakan sebagai bioindikator organisme.

Identifikasi isolat bakteri *F. Streptococcus*. Keberadaan bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat dapat diketahui dengan melakukan serangkaian uji biokimia. Koloni bakteri *F. Streptococcus* yang telah tumbuh diamati warna, bentuk dan dilakukan identifikasi isolat seperti dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji biokimia bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat.

Uji biokimia	Kawasan Penelitian				
	Mentele	Rampang	Payung	Mampu	Baru
Pewarnaan Gram	+	+	+	+	+
Bentuk sel bakteri	kokus	kokus	kokus	kokus	kokus
Motilitas	+	+	+	+	+
Pewarnaan koloni	merah	merah	merah	merah	merah
Uji katalase	-	-	-	-	-
Uji oksidase	+	+	+	+	+
Uji anaerobik	+	+	+	+	+
Uji Thioglycolate broth	+	+	+	+	+

Sumber: Data primer

Hasil penelitian seperti dilihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa koloni bakteri *F. Streptococcus* (stasiun 1, 2, dan 3) yaitu sel Gram positif yang berbentuk bulat, berwarna kemerahan, metil, koloni, berubah keruh dan tidak terbentuk gelembung gas. Bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat dapat tumbuh pada suhu 37 °C. Bruce & McCarty (2001) menyatakan bahwa spora bakteri terbentuk apabila lingkungan dalam keadaan kurang baik terhadap pertumbuhan bakteri seperti kekurangan nutrisi, suhu dan pH.

Bakteri *F. Streptococcus* memberikan pengaruh negatif terhadap kesehatan manusia karena dapat menyebabkan sejumlah penyakit (patogen) seperti enteritis nekrotik pada luka infeksi pencernaan manusia. Patogenitas disebabkan toksin ekstra selular yang berasal dari aktivitas enzim kolagenase, hyaluronidase dan deoxyribonuclease. Levkovska dan Zasipka (2013) menyatakan bahwa berbagai mikroorganisme indikator digunakan untuk monitoring sosio-higienis, misalnya jumlah coliform, fekal coliform, dan fekal streptokokus. Hal ini untuk menganalisis kontaminasi fekal di perairan untuk keperluan rekreasi dan sebagai indikator resiko kesehatan.

Pengelolaan Lingkungan Laut. Hasil pengukuran kualitas perairan pantai Selat Rupat seperti dilihat pada Tabel 3 masih mendukung untuk pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus*. Fluktuasi suhu perairan tidak begitu nyata yang berkisar antara 25-29 °C, kecepatan arus berkisar antara 0,1-0,3 m/dtk dan kecerahan berkisar antara 51-150 cm. Fluktuasi salinitas berkisar antara 25-30 ‰, dan pH berkisar antara 6.8-7.2. Fardiaz (1992b) menyatakan bahwa jumlah dan jenis mikroorganisme di dalam air dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia seperti suhu, pH, tekanan osmotik, tekanan hidrostatik, aerasi dan penetrasi sinar matahari serta jenis bahan polutan yang masuk ke perairan tersebut.

Tabel 3. Pengukuran parameter lingkungan perairan pantai Selat Rupert

Kawasan		Parameter Kualitas Perairan Laut				
Pulau	Stasiun	Suhu (°C)	Kec. Arus (m/dtk)	Keceraha (cm)	Salinitas (‰)	pH
Mentele	I	27	0,2	51	27	7,1
	II	27	0,2	88	27	7,2
	III	27	0,2	150	28	7,2
Rampang	I	28	0,2	84	28	6,8
	II	28	0,3	108	25	7,0
	III	27	0,3	122	27	7,1
Payung	I	26	0,2	96	28	7,0
	II	25	0,2	90	27	7,1
	III	29	0,6	103	29	7,1
Mampu	I	26	0,1	78	25	6,5
	II	28	0,2	72	25	7,1
	III	27	0,2	98	27	7,1
Baru	I	29	0,2	88	27	7,1
	II	27	0,3	115	30	7,0
	III	27	0,2	124	29	7,0

Sumber; Data Primer

Faktor lingkungan perairan pantai Selat Rupert masih dalam kondisi normal, sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus* yang meningkat. Amaraneni (2002) menyatakan bahwa faktor lingkungan dapat menyebabkan pencemaran mikroorganisme, residu toksik makhluk perusak dan residu logam berat. Effendi (1999) menyatakan bahwa suhu perairan sangat berpengaruh terhadap kehidupan mikroba di dalam air, baik langsung maupun tidak langsung seperti mempengaruhi metabolisme dalam sel dan penguraian unsur lainnya di luar sel, termasuk perubahan sifat perairan.

Perairan pantai Selat Rupert mempunyai substrat lumpur berpasir, pasir, lumpur dan pasir berlumpur, dimana ditumbuhi hutan mangrove dengan berbagai variasi kepadatan. Pada waktu pasang, air di Selat Rupert akan masuk ke sungai di sekitarnya, sedangkan pada waktu surut air sungai akan masuk ke Selat Rupert. Fenomena ini dapat menyebabkan terjadinya pencemaran laut di perairan pantai Selat Rupert. Demikian sebaliknya, aliran massa air sungai dari bagian hulu akan membawa material dari arah daratan (seperti limbah domestik, industri, aktivitas masyarakat) menuju ke perairan pantai Selat Rupert. Salah satunya adalah nutrisi (nitrat dan fosfat), dimana keberadaan nutrisi dapat berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus* (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat di perairan Selat Rupat

Kawasan		Kandungan Nutrien (mg/l)				
Pulau	Stasiun	Nitrat		Fosfat		Substrat
		absorb	Konsentrasi	absorb	Konsentrasi	
Mentele	I	0,626	1,2958	0,312	0,6792	Pasir
	II	0,720	1,4917	0,158	0,3385	Pasir berlumpur
	III	0,036	0,0667	0,369	0,8053	Pasir berlumpur
Rampang	I	0,855	1,7729	0,361	0,7876	Pasir berlumpur
	II	0,297	0,6104	0,426	0,9314	Lumpur
	III	0,123	0,2479	0,424	0,9270	Pasir berlumpur
Payung	I	0,095	0,1896	0,378	0,8252	Lumpur berpasir
	II	0,180	0,3667	0,410	0,8960	Lumpur
	III	0,610	1,2625	0,464	1,0155	Lumpur
Mampu	I	0,020	0,0333	0,284	0,6173	Berlumpur
	II	0,026	0,0458	0,306	0,6659	Pasir
	III	0,033	0,0604	0,360	0,7854	Pasir berlumpur
Baru	I	0,017	0,0271	0,330	0,7190	Lumpur berpasir
	II	0,024	0,0417	0,41	0,8960	Lumpur berpasir
	III	0,022	0,0375	0,368	0,8031	Lumpur berpasir
Sumber; Data Primer						

Hasil penelitian dari Tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di perairan pantai Selat Rupat berkisar antara 0,0271-1,7729 mg/l, sedangkan konsentrasi fosfat berkisar antara 0,3385-1,0155 mg/l. Konsentrasi nitrat tertinggi terdapat di Pulau rampang dan konsentrasi fosfat tertinggi terdapat di Pulau Payung. Kandungan nutrien (nitrat dan fosfat) di perairan pantai Selat Rupat tergolong perairan mesotofik. Kandungan nutrient bermanfaat untuk pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus*.

Vollenweider dalam Effendi (2003) menyatakan bahwa kandungan nitrat 0,0-1,0 mg/l dikategorikan perairan yang kurang subur; 1,0-5,0 mg/l dikategorikan kesuburan perairan sedang; dan 5,0-50,0 mg/l dikategorikan kesuburan perairan tinggi. Kriteria kesuburan perairan berdasarkan kandungan fosfat yaitu 0,00-0,02 mg/l kesuburan perairan rendah; 0,02-0,05 mg/l kesuburan perairan sedang; dan 0,05-0,10 mg/l kesuburan perairan tinggi (Poernomo & Hanafi, 1992). Kuswandi (2001) menyatakan bahwa keberadaan bakteri fekal di perairan laut dipengaruhi oleh materi organik, perubahan salinitas, suhu dan intensitas cahaya. Wall & Mathieson (2006) menyatakan bahwa pengelolaan lingkungan perlu dilakukan sebelum terjadi kerusakan sumberdaya alam dan menurunnya kualitas hidup masyarakat lokal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengenai analisis bakteri *F. Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat dapat disimpulkan bahwa sebaran bakteri *F. Streptococcus* belum melebihi ambang batas, sehingga perairan tersebut dikategorikan tidak tercemar. Oleh sebab itu, kondisi perairan pantai Selat Rupat sangat mendukung untuk pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan. Kandungan nutrisi (nitrat dan fosfat) yang terdapat di perairan pantai Selat Rupat masih rendah, belum memicu pertumbuhan bakteri *F. Streptococcus* yang meningkat. Selain memiliki potensi mikroorganisme yang penting di perairan pantai Selat Rupat, perlu juga peranan masyarakat lokal dalam pengelolaan lingkungan laut yang berkelanjutan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Kota Dumai dan instansi terkait yang telah memberikan bantuan dan fasilitas untuk penelitian tentang analisis bakteri fecal *Streptococcus* di perairan pantai Selat Rupat Propinsi Riau. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada Dekan Fakultas Universitas Riau yang telah memberikan bantuan berbagai kemudahan selama penelitian, serta tim peneliti muda Ilmu Kelautan pada ekspedisi tujuh pulau di Selat Rupat.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Amaraneni, S.R. 2002. Persistence of pesticides in water, sediment and fish from fish farms in Kolleru Lake India. *Journal of Food Science and Technology* 82(8): 918-923.
- Cappuccino, J. G and N. Sherman. 2002. Microbiology: a laboratory manual. Pearson Education Inc, San Francisco.
- CEA (Canadian Executive Agency). 1992. Microbial criteria for seawater and shellfish tissue in tropical countries. ASEAN-Canada Cooperative Programme on Marine Science-Phase II (CPMS II).
- Effendi, I. 1999. Pengantar Mikrobiologi Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau Press, Pekanbaru.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1992a. Polusi air dan udara. Kanisius, Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992b. *Mikrobiologi pengolahan pangan lanjut*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.

- Feliatra. 2000. Identifikasi bakteri patogen (*vibrio sp*) di perairan Nongsa Batam Propinsi Riau. *Journal Natur Indonesia*. Volume II Nomor 1 Oktober 1999- Februari 2000. Lemlit UNRI.
- Feliatra. 2002. Sebaran bakteri *Escherichia coli* di perairan muara Sungai Bantan Tengah Bengkalis Riau. *Natur*: vol 4(2).
- Hazen, T. C. 1988. Fecal Coliform as indicator in tropical waters. Review. *Toxicity Assesment*. 3: 461-477.
- Kusmana, C., Wilarso, S., Hilwan, I., Pamoengkas, P., Wibowo, C., Tiryana, T., Triswanto, A., Yunasfi dan Hamzah. 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kuswandi, I. 2001. Kelimpahan bakteri fekal di perairan Pulau Bulan Kotamadya Batam. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.
- Levkovska, V. Y and L. G. Zasipka. 2013. Decision making criteria and indicators for monitoring of sea water quality in the recreational zones. *Journal of Health Science*. Vol. 3(10): 675-682.
- Magos, L. 1990. Marine health hazards of anthropogenic and natural origin. *Technical Annexex to The Report on The State of The Marine Environment, UNEP*. 10: 447-507.
- Manjusha, C. M; P. U, Megha; & P. S. P. Harikumar. 2014. Isolation and characterisation of total Streptococci and faecal Streptococci from Kuppam river basin in South west coast of India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Vol. 3: 3. P. 164-175.
- Poernomo, M. A dan Hanafi. 1982. Analisis kualitas air untuk keperluan perikanan. *Training Penyakit Ikan*. Laboratorium Kimia, Balai Penelitian Perikanan darat Bogor.
- Skanavis, C & W. A. Yanko. 2001. *Clostridium perfringens* as a potential indicator for the presence of sewage solids in marine sediments. *Mar. Pollut. Bull.* 42:31-35.
- Sharma, K. 2007. *Manual of microbiology tools and techniques*. Anshan Ltd, New Zealand.
- Wall, G. & Mathieson, A. 2006. *Tourism: change, impacts and opportunitites*. London: Person Education Ltd.
- West, P. A. 1989. Human pathogens and public health indicator organism in shellfish. Dalam *Methods for the Microbiological examination of fish and shellfish* (Edt by B. Austin & D.A. Austin). Ellis Horwood Ltd, England.